



(51) Internationale Patentklassifikation 7 : A61F 2/36		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/45750
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00184			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. August 2000 (10.08.00)
(22) Internationales Anmeldedatum: 13. Januar 2000 (13.01.00)			
(30) Prioritätsdaten: 199 04 126.1 3. Februar 1999 (03.02.99)		DE	(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CZ, HU, IN, JP, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): CER- AMTEC AG INNOVATIVE CERAMIC ENGINEERING [DE/DE]; Fabrikstrasse 23 – 29, D-73207 Plochingen (DE).			
(72) Erfinder und (75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): PFAFF, Hans-Georg [DE/DE]; Seitenstrasse 8, D-73760 Ostfildern (DE). DEBRUYCKERE, Michael [BE/BE]; Koningslaan 54-1B, B-8300 Knokke-Heist (BE).			
(74) Anwälte: UPPENA, Franz usw.; Dynamit Nobel Aktienges- ellschaft, Patentabteilung, D-53839 Troisdorf (DE).			

(54) Title: HIP ENDOPROSTHESIS IN WHICH AT LEAST THE ARTICULAR SURFACE OF THE FEMORAL HEAD IS REPLACED

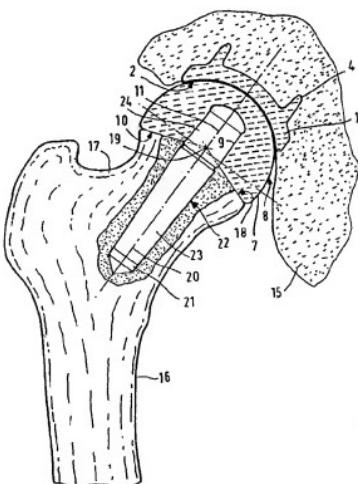
(54) Bezeichnung: HÜFTENDOPROTHESE, IN DER MINDESTENS DIE ARTIKULATIONSFLÄCHE DES FEMURKOPFES ERSETZT IST

**(57) Abstract**

According to the invention, the femoral head is essentially replaced by an artificial head provided in the form of a sturdy ball (7) which is entirely comprised of the same biocompatible material. In addition, the dimensions of the ball (7) are matched to the dimensions of the articular surface (8) of the natural femoral head, and the ball (7) is anchored in the femoral neck bone (17) by means of a pin (22). An artificial socket (1) is implanted in the hip bone (15) if the acetabulum lacks a natural articular surface for the artificial femoral head, otherwise known as the ball (7).

### (57) Zusammenfassung

Erfundengemäß wird vorgeschlagen, dass der Femurkopf im wesentlichen durch einen künstlichen Kopf in Form einer massiven, vollständig aus demselben, biokompatiblen Werkstoff bestehenden Kugel (7) ersetzt ist, dass die Abmessungen der Kugel (7) den Abmessungen der Artikulationsfläche (8) des natürlichen Femurkopfes angeglichen sind und dass die Kugel (7) mittels eines Stiftes (22) im Oberschenkelknochens (17) verankert ist. Fällt das Acetabulum als natürliche Artikulationsfläche für den künstlichen Femurkopf, der Kugel (7), fort, wird in dem Hüftknochen (1) eine künstliche Pfanne (1) implantiert.



***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichten.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Sswasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
RJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

**Hüftendoprothese, in der mindestens die Artikulationsfläche des Femurkopfes  
ersetzt ist**

Die Erfindung betrifft eine Hüftendoprothese entsprechend dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

- 5 Je nach dem Grad des Verschleißes eines Hüftgelenks und der Lebenserwartung des Patienten wird ein entsprechender Ersatz der Knochensubstanz der Gelenkpartner durch Prothesen vorgenommen, um dadurch die Gelenkfunktion wieder herzustellen. Wenn die Hüftgelenkpfanne noch intakt ist, kann der vollständige oder auch nur teilweise Ersatz des Femurkopfes ausreichen. Bei Verschleiß, der beide  
10 Gelenkpartner betrifft, ist ein Totalersatz beider Gelenkpartner, sowohl durch die Implantierung eines künstlichen Femurkopfes als auch durch die Implantierung einer Hüftgelenkpfanne, erforderlich. Insbesondere ein Totalersatz führt zu einem tiefgreifenden Eingriff in die Knochensubstanz mit entsprechendem Knochenverlust. Aus diesem Grunde wurde stets versucht, die Knochensubstanz und ihre  
15 Lebensfähigkeit weitestgehend zu erhalten.

Aus der US-PS 3,521,302 ist es bekannt, in den Beckenknochen eine Pfanne einzusetzen, die mittels eines in den Beckenknochen einzementierten Stiftes gehalten wird. Die Artikulationsfläche des Femurkopfes wird durch eine dem Femurkopf angepaßte Kappe ersetzt, die ebenfalls mittels eines in die verbleibende  
20 Knochensubstanz des Femurkopfes einzementierten Stiftes fixiert wird. Bei der Bearbeitung des Femurkopfes zur Anpassung einer Kappe werden in der Regel die Versorgungsgefäße des Oberschenkelhalses weitgehend zerstört. Dadurch ist die Versorgung des unter der Kappe liegenden Knochenstumpfes nicht mehr gewährleistet. Insbesondere bei Kappen mit großflächiger Abdeckung des  
25 Knochengewebes besteht die Gefahr, daß sich das Knochengewebe zurückbildet und die Kappe sich lockert.

Aus der DE-PS 1 164 019 ist eine Prothese für den Femurkopf bekannt. Sie hat die Form einer Hohlkugel, besteht aus einem biokompatiblen Metall und ist mit an ihrer Innenfläche verschweißten Stiften im Oberschenkelhalsknochen verankert. Beim Aufsetzen der Kappe müssen die Stifte aufgrund ihrer Stellung genau und in der 5 richtigen Zuordnung auf die Löcher ausgerichtet werden. Die Kopfprothese wird durch ins Innere der Hohlkugel eingefüllten aushärtbaren Kunststoff an die Knochenfläche angepaßt. Der Kunststoff soll außerdem durch seine isolierende Wirkung gegebenenfalls korrodierende Einflüsse zwischen den Stiftbefestigungen, d. h. zwischen den Schweißstellen im Kugellinneren, unterbinden. Zur Befestigung der 10 Prothese ist eine Vorrichtung erforderlich, mit der es möglich ist, die Löcher zum Verankern der Stifte an den richtigen Stellen in den Oberschenkelhalsknochen zu bohren. Die Löcher durchdringen den gesamten Knochen, was bei den drei in der Regel vorgesehenen Stiften zu einer entsprechenden Schwächung der Knochensubstanz führt. Das Füllen der Hohlkugel mit Kunststoffmasse muß sorgfältig 15 erfolgen, damit keine Hohlräume entstehen. Außerdem muß die Menge des Kunststoffs so bemessen sein, daß sich bei ihrem Aushärten die Position der Kappe, beispielsweise durch Anheben, nicht ändert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Hüftendoprothese vorzustellen, bei deren Einsatz der Knochenverlust auf ein notwendiges Minimum beschränkt wird, um 20 insbesondere bei jungen Patienten mit langer Lebenserwartung einen Knochenbestand zu erhalten, auf dem bei einer fälligen Reoperation zurückgegriffen werden kann.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit Hilfe der kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs, vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den 25 Unteransprüchen beansprucht.

Mit der erfindungsgemäßen Hüftendoprothese ist es möglich, je nach dem Stadium des Verschleißes, die Gelenkpartner entsprechend zu ersetzen. Ist das Acetabulum in einem Zustand, der seine Funktion als Gelenkpartner noch zuläßt, wird der Femurkopf

im wesentlichen in dem Teil ersetzt, der die Artikulationsfläche umfaßt. Dabei erfolgt der Ersatz erfindungsgemäß durch eine massive Kugel, die vollständig aus demselben, biokompatiblen Werkstoff besteht. Diese Kugel ist in ihren Abmessungen den Abmessungen der Artikulationsfläche des natürlichen Femurkopfes angeglichen.

- 5 Gegenüber Hohlkugeln oder Kappen hat eine massive Kugel den Vorteil, daß sie sich bei Belastungen nicht verformen kann. Außerdem wird, im Gegensatz zu Kappen, eine großflächige Abdeckung des Knochengewebes mit den oben aufgeführten Nachteilen vermieden. Die Befestigung erfolgt mit nur einem Stift im Oberschenkelhalsknochen, so daß die Knochensubstanz nur an einer Stelle  
10 angebohrt werden muß.

In vorteilhafter Weise erfolgt die Befestigung der Kugel auf dem Stift mittels einer Konussteckverbindung. Die Befestigung von Kugeln mittels Konussteckverbindungen in der Hüftendoprothese ist einfach zu handhaben und hat sich seit Jahren bewährt. Die Konussteckverbindung erlaubt, zunächst den Stift in den Knochen zu implantieren  
15 und dann die Kugel aufzusetzen. Dabei braucht die Kugel, im Gegensatz zu einer Kappe, nicht ausgerichtet zu werden. Der Stift besteht aus einem konusförmigen Zapfen zum Aufstecken der Kugel und einem sich daran anschließenden Verankerungsteil, das in den Knochen implantiert wird.

- In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Kugel eine  
20 Ausnehmung auf. Mit dieser Ausnehmung ist die Kugel auf den der Ausnehmung angepaßten Ansatz des Femurkopfes am Oberschenkelhalsknochen aufgesetzt. Die Ausnehmung ist so gestaltet, daß bei Belastungen des Gelenks, insbesondere senkrecht zum Stift, das hineinragende Knochengewebe die Kugel gegen seitliches Verschieben abstützt. Die Scherkräfte auf den Stift werden verringert und so örtliche,  
25 einseitige Krafteinwirkungen des Stiftes auf den Knochen vermieden.

Eine einfach herzustellende und wirkungsvolle Form der Ausnehmung ist eine kegelförmige Ausnehmung der Kugel. Entsprechend ist der Ansatz des Femurkopfes am Oberschenkelhalsknochen gefräst. Der Kegelwinkel kann auf die Größe der

Kugel, insbesondere ihren Durchmesser, und der zur Verfügung stehenden Knochensubstanz abgestimmt werden, auf der sich die Kugel stützen soll. Er liegt in einem Bereich von 80 bis 170 Grad. Bevorzugt wird ein Bereich von 100 bis 130 Grad. Durch die Spitze des zum Kegel geformten Knochens verläuft das Loch, in das 5 der Stift implantiert wird, mit dem die Kugel auf dem Knochen befestigt wird.

Durch die Auswahl der Größe der Kugel und die Form des Stiftes kann die Prothese optimal auf die Geometrie des wiederherzustellenden Gelenks abgestimmt werden. Der Mittelpunkt der Kugel kann auf der Mittellinie eines geraden Stiftes liegen. Die Symmetrielinie der Kugel in Bezug auf ihre Ausnehmung kann aber auch mit der 10 Mittellinie des in den Knochen eingesetzten Verankerungssteils des Stiftes einen Winkel bis zu 20 Grad einschließen. Diese Abweichung besteht dann auch zwischen der Mittellinie des Zapfens und der Mittellinie des Verankerungssteils des Stiftes.

Zur Erleichterung des Einsetzens und zum Aufbringen einer gewissen Klemmkraft verläuft der in den Knochen eingesetzten Stift zu seinem Ende hin, das der Kugel 15 abgewandt ist, konisch zu.

Bei der Verankerung der Kugel in dem Oberschenkelhalsknochen ist es vorteilhaft, wenn die Länge und der Durchmesser des im Knochen verankerten Stiftes so auf die Abmessung des Knochens abgestimmt sind, daß die Verankerung im wesentlichen im harten Knochengewebe erfolgt. Durchmesser und Länge des Stiftes müssen deshalb 20 auf das Alter und den Körperbau des Patienten sowie auf das zur Verfügung stehende Knochengewebe abgestimmt werden. Deshalb können die Abmessungen der Stife bei noch nicht ausgewachsenen Jugendlichen und kleinwüchsigen Patienten hinsichtlich Durchmesser und Länge verschieden sein von den Abmessungen der für Erwachsene mit einem ausgewachsenen Knochenbau und einer kräftigen Statur 25 vorgesehenen.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist weiterhin die Kugel aus einem biokompatiblen Werkstoff gefertigt. Als biokompatible Werkstoffe können alle in der

Prothetik anwendbaren Metalle sowie Keramikwerkstoffe bezeichnet werden. Da der Befestigungsstift für die Kugel nicht fest mit dieser Kugel verbunden werden muß, kann die Wahl des Werkstoffes der Kugel auf den jeweiligen Anwendungsfall, insbesondere auf den Werkstoff einer Pfanne, abgestimmt werden.

- 5 Als vorteilhaft hat sich die Verwendung von Keramik erwiesen, insbesondere dann, wenn ein Kugelkopf eine implantierte Pfanne als Gelenkpartner hat. Endoprothesen, bei denen Keramik durch Keramik artikuliert wird, haben die geringste Abriebrate. Keramikkugeln werden mit Metallstiften im Knochen verankert, da Keramik und Metall keine Korrosion verursachende Wechselwirkung aufeinander ausüben.
  - 10 In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann die Kugel auf ihrer nichtartikulierten Fläche aufgerauht sein. Zusätzlich oder allein kann sie eine osteokonduktive Schicht tragen, beispielsweise aus Hydroxylapatit, die das Einwachsen des Knochens in die Kugel und damit eine besonders gute Verankerung der Kugel auf dem Knochen ermöglicht.
  - 15 Die erfindungsgemäße Hüftendoprothese ermöglicht es, daß die Kugel direkt das Acetabulum artikulieren kann, wenn dieses sich noch in einem dazu geeigneten Zustand befindet. Ist allerdings das Acetabulum ebenfalls von Verschleiß oder Krankheit betroffen, so wird entsprechend der Erfindung, nur die Hauptlastfläche des Acetabulums durch eine implantierte Pfanne ersetzt, die dann die Kugel artikuliert.
  - 20 Damit möglichst wenig Knochensubstanz bei der Implantation verlorengeht und beschädigt wird, beschränkt sich die Pfanne auf einen Funktionswinkel zwischen 90 und 170 Grad.
- Im Hinblick auf eine lange Lebensdauer der Prothese ist es unter Berücksichtigung des Alters des Patienten und dem Stadium des Verschleißes vorteilhaft, wenn der
- 25 Werkstoff der durch die Kugel artikulierten Fläche der Pfanne jeweils so auf den Werkstoff der Kugel abgestimmt ist, daß die Werkstoffpaarung tribologisch optimal ist.

Tribologisch möglich sind beispielsweise Paarungen zwischen Kugeln aus Kobalt-Chrom und Pfanneneinsätzen aus Polyäthylen oder zwischen Keramikkugeln und Pfanneneinsätzen aus Polyethylen. Tribologisch optimal ist eine Paarung von Keramikpfannen mit Keramikköpfen, wie sie bereits aus der Hüftendoprothetik  
5 bekannt ist.

Dadurch, daß beim Einsatz der Pfanne der erfindungsgemäßen Hüftendoprothese in dem Beckenknochen nur die für einen Einsatz unbedingt notwendige Knochensubstanz entnommen wird, ist es von Vorteil, wenn die in den Knochen eingesetzte Oberfläche der Pfanne Elemente zur Erhöhung der Kippstabilität aufweist.

10 Dafür können beispielsweise Stege vorgesehen sein, die sich in senkrechter oder nahezu senkrechter Richtung von der in den Knochen eingesetzten Ebene der Pfanne erheben. Sie werden in entsprechend gefräste Ausnehmung des Hüftknochens eingesetzt.

Wie bei der Kugel, kann auch die Pfanne auf der in den Knochen einzusetzenden  
15 Oberfläche aufgerauht sein. Zusätzlich zur Aufrauhung oder allein kann sie ebenfalls eine osteokonduktive Schicht tragen, um das Einwachsen in den Hüftknochen zu erleichtern und zu beschleunigen.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

20 Figur 1 eine Pfanne der erfindungsgemäßen Hüftendoprothese aus Keramik,  
geschnitten,

Figur 2 eine Kugel als Prothese des Femurkopfes, geschnitten,

Figur 3 eine mittels eines Stiftes im Oberschenkelknochen verankerte Kugel, geschnitten, die eine im Hüftknochen implantierte Pfanne artikuliert, und

Figur 4 eine Prothese mit einer Zusammensetzung von Kugel und Stift als Konussteckverbindung, wobei die Mittellinie des Stiftes und die Symmetrieachse der Kugel einen Winkel von 10 Grad einschließen und die 5 implantierte Kugel direkt das Acetabulum artikuliert.

In Figur 1 ist mit 1 eine Hüftgelenkpflanne bezeichnet. Sie besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Keramik, beispielsweise aus hochreinem Aluminiumoxid. Sie kann aber auch aus einem anderen biokompatiblen Werkstoff wie Metall, 10 beispielsweise Kobalt-Chrom, oder Kunststoff, beispielsweise Polyethylen, bestehen. Die Auswahl des Werkstoffes richtet sich nach dem Werkstoff des anderen Gelenkpartners, der Prothese des Femurkopfes. Sie wird so getroffen, daß eine tribologisch optimale Werkstoffpaarung vorliegt, beispielsweise Keramikpflanne mit Keramikkopf oder Polyethylenpflanne mit Keramik oder Metall. Die Pflanne 1 weist eine 15 Ausnehmung, die Funktionsfläche 2, in Form einer Kugelkalotte für die Aufnahme der Prothese des Femurkopfes, eine Kugel, auf. Auf der in den Knochen eingesetzten Oberfläche 3 der Pflanne 1 stehen im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Elemente, zwei Stege 4 in Form von Kreisbögen, die in entsprechend ausgefrästen Ausnehmungen im Hüftknochen eingesetzt werden, um die Kippstabilität der Pflanne 1 20 zu erhöhen.

Die Oberfläche 3 kann, wie hier in der linken Figurenhälfte dargestellt, aufgerauht sein, wie mit der Bezugsziffer 5 bezeichnet, um ein Einwachsen des Knochengewebes und damit eine bessere Verankerung im Knochen zu ermöglichen. Zusätzlich zu der rauen Oberfläche oder auch ohne eine Aufrauhung kann die Oberfläche 3 mit einer 25 hier nicht dargestellten osteokonduktiven Schicht überzogen sein, beispielsweise Hydroxylapatid, die das Einwachsen des Knochengewebes ebenfalls fördert.

Der Funktionswinkel 6, der die Funktionsfläche 2 einschließt, liegt mit 100 Grad am unteren Ende des beanspruchten Winkelbereichs.

Die in Figur 2 dargestellte Prothese des Femurkopfes ist eine massive Kugel 7, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Keramik, beispielsweise aus hochreinem 5 Aluminiumoxid, besteht. Andere biokompatible Werkstoffe sind ebenfalls möglich, wobei sich deren Auswahl danach richtet, ob die Prothese des Femurkopfes das Acetabulum direkt oder eine Pfanne artikuliert. Im letzteren Fall sollte, wie oben bereits erwähnt, auf eine tribologisch optimale Werkstoffpaarung geachtet werden.

Die Form der Femurkopf-Prothese 7 entspricht der der bekannten Kugelkopf-10 Prothesen. Die Abmessungen der Artikulationsfläche 8 sind den Abmessungen des natürlichen Femurkopfes angeglichen. Die Befestigung auf dem Oberschenkelknochen erfolgt mit einem Stift. Auf diesem Stift ist die Kugel 7 mittels einer Konussteckverbindung befestigt, wie sie aus der Hüftendoprothetik bereits bekannt ist. Zum Aufstecken auf den Stift ist eine leicht konische Bohrung 9 15 vorgesehen.

Die Kugel 7 besitzt eine Ausnehmung 10, die im vorliegenden Fall kegelförmig ist. Sie schließt sich an die Bohrung 9 an und ist symmetrisch zu dieser angeordnet. Die imaginäre Spitze 12 der Ausnehmung 10 liegt damit auf der Symmetrielinie 11 der Kugel 7. Der Kegelwinkel 12 kann auf die Größe der Kugel, insbesondere ihren Durchmesser, und der zur Verfügung stehenden Knochensubstanz abgestimmt 20 werden, auf der sich die Kugel aufstützen soll. Er liegt in einem Bereich von 80 bis 170 Grad. Bevorzugt wird ein Bereich von 100 bis 130 Grad.

Um eine optimale Verbindung zwischen der Kugel 7 und dem Knochengewebe zu erreichen, kann die Oberfläche der Ausnehmung 10, vergleichbar mit der Oberfläche 25 der Pfanne 1, die im Knochengewebe verankert wird, eine Aufrauhung 14 und zusätzlich oder anstelle der Aufrauhung eine hier nicht dargestellte osteokonduktive Schicht tragen.

Figur 3 zeigt eine mittels eines Stiftes im Oberschenkelhalsknochen verankerte Kugel, die mit einer im Hüftknochen 15 implantierten Pfanne 1 artikuliert. Wie das folgende Ausführungsbeispiel zeigt, wird gegenüber einer Totalresektion des Oberschenkelhalses nur der Femurkopf bis auf seinen kegelförmig geprästen Ansatz 5 entfernt. Die Verankerung erfolgt mittels eines Stiftes, der in das harte Gewebe des Oberschenkelhalsknochens gebettet ist. Die Bohrung und der Stift können den Oberschenkelhalsknochen auch vollständig durchdringen. Sollte aufgrund von Knochenrückbildung oder fortschreitender krankhafter Veränderungen des Knochens eine erneute Operation erforderlich sein, steht zumindest für die herkömmliche 10 Prothetik mit einem in den Oberschenkelknochen eingesetzten Schaft genügend Knochenmaterial zur Verfügung.

Wie aus der Figur 3 ersichtlich ist, ist am Oberschenkelknochen 16 der Femurkopf in Höhe seines Ansatzes am Oberschenkelhals 17 abgetrennt worden. Durch die Spitze 19 der kegelförmig geprästen Knochenkontur 18 ist, zentrisch zu ihrer Mittellinie 20, 15 eine leicht konisch verlaufende Bohrung 21 in den Oberschenkelhalsknochen 17 eingebbracht. In ihr ist ein Stift 22 implantiert, dessen konisch verjüngtes Verankerungsteil 23 in der Bohrung 21 steckt. Das aus dem Knochen herausragende Ende des Stiftes 22 ist ein konischer Zapfen 24, auf dem die Kugel 7 mit ihrer Bohrung 9 aufgesetzt ist.

Bei der Implantation der Femurkopf-Prothese wird zunächst der Verankerungsteil 23 20 des Stiftes 22 in die Bohrung 21 eingetrieben. Aufgrund seiner Konizität erfolgt ein Klemmsitz im Knochen. Danach wird die Kugel 7 mit ihrer konischen Bohrung 9 auf den Zapfen 24 aufgesetzt und durch leichte Schläge auf die Kugel ein Klemmsitz mit dem Zapfen 24 erreicht. Dabei stützt sich die Fläche der Ausnehmung 10 auf den 25 kegelförmig geprästen Stumpf 18 des Oberschenkelhalses 17. Insbesondere bei den Belastungsfällen, bei denen die Krafteinwirkung auf die Kugel 7 im wesentlichen senkrecht zur Mittellinie 20 des Stiftes 22 verläuft, erfolgt eine bessere Krafteinleitung in den Knochen, als wenn die Kugel und der Knochen in einer Ebene senkrecht zur Mittellinie des Stiftes aufeinandertreffen.

In Figur 4 ist eine Prothese eines Femurkopfes dargestellt, bei der die Femurkopf-Prothese, die Kugel, direkt das Acetabulum 26 artikuliert. Die Mittellinie 120 des Stiftes 122 und die Symmetrielinie 11 der Kugel 7 schließen einen Winkel von 10 Grad ein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht die Kugel 7 der in den 5 Figuren 2 und 3 dargestellten Kugel. Der im Oberschenkelhalsknochen 17 implantierte Stift 122 weicht allerdings in seiner Formgebung von dem Stift 22 der Figur 3 ab. Die Mittellinie 120 des konisch verlaufenden Verankerungsteils 123 bildet mit der Symmetrielinie 11 der Kugel 7 einen Winkel 25 von 10 Grad. Die Mittellinie des Zapfens 124, der die Kugel 7 trägt, fällt mit der Symmetrielinie 11 der Kugel 10 zusammen.

Der Werkstoff des Stiftes besteht aus einem hochfesten, biokompatiblen Metall, wie beispielsweise einer Titanlegierung oder einer Legierung aus Kobalt, Chrom und Molybdän. Wie bei den in der Hüftendoprothetik bekannten Schäften, die in den Oberschenkelknochen selbst eingesetzt werden, kann auch der Verankerungsteil 123 15 des Stiftes aufgerauht und/oder mit einer osteokonduktiven Schicht versehen sein, um ein besseres Einwachsen in den Knochen zu ermöglichen.

**Patentansprüche**

1. Hüftendoprothese, in der mindestens die Artikulationsfläche des Femurkopfes durch eine kugelförmige Prothese ersetzt ist, wobei sich die Prothese außerhalb ihrer Artikulationsfläche auf dem Oberschenkelhalsknochen abstützt, dadurch gekennzeichnet, daß der Femurkopf im wesentlichen durch einen künstlichen Kopf in Form einer massiven, vollständig aus demselben, biokompatiblen Werkstoff bestehenden Kugel (7) ersetzt ist, daß die Abmessungen der Kugel (7) den Abmessungen der Artikulationsfläche des natürlichen Femurkopfes angeglichen sind und daß die Kugel (7) mittels eines Stiftes (22; 122) im Oberschenkelhalsknochen (17) verankert ist.
2. Hüftendoprothese nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stift (22; 122) aus einem Zapfen (24; 124) zum Aufstecken der Kugel (7) und einem Verankerungsteil (23; 123) zur Verankerung im Oberschenkelhalsknochen (17) besteht und daß die Kugel (7) mittels einer Konussteckverbindung (9, 24) auf dem Stift (22; 122) befestigt ist.
3. Hüftendoprothese nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (7) eine Ausnehmung (10) aufweist und daß die Kugel (7) mit ihrer Ausnehmung (10) auf den der Ausnehmung angepaßten Knochen (18) des Oberschenkelhalses (17) aufgesetzt ist.
- 20 4. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (10) in der Kugel (7) kegelförmig ist.
5. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (10) in der Kugel (7) einen Kegelwinkel (13) von 80 bis 170 Grad, vorzugsweise von 100 bis 130 Grad, einschließt.

6. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 5, daß die Symmetrielinie (11) der Kugel (7) und die Mittellinie (20) des Stiftes (22) zusammenfallen.
7. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Symmetrielinie (11) der Kugel (7) und die Mittellinie (120) des  
5 Verankerungsteils (123) des Stiftes (122) einen Winkel bis zu 20 Grad  
einschließen.
8. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,  
daß sich der Verankerungsteil (23; 123) des Stiftes (22; 122) konisch verjüngt.
9. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,  
10 daß die Abmessungen des Stiftes (22; 122) so auf die Abmessungen des  
Knochens (17) abgestimmt sind und daß die Verankerung im wesentlichen im  
harten Knochengewebe erfolgt.
10. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 9, daß die Kugel (7) aus  
einem biokompatiblen Werkstoff gefertigt ist.
- 15 11. Hüftendoprothese nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der  
Werkstoff der Kugel (7) Keramik ist.
12. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Kugel (7) auf ihrer nicht artikulierten Fläche (10)  
aufgerauht (14) ist.
- 20 13. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Kugel (7) auf ihrer nicht artikulierten Fläche (10) eine  
osteokonduktive Schicht trägt.

14. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (7) direkt das Acetabulum (26) artikuliert.

15. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptlastfläche des Acetabulums durch eine 5 implantierte Pfanne (1) ersetzt ist, die die Kugel (7) artikuliert.

16. Hüftendoprothese nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfanne (1) einen Funktionswinkel (6) von 90 bis 170 Grad aufweist.

17. Hüftendoprothese nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß 10 der Werkstoff der durch die Kugel (7) artikulierten Funktionsfläche (2) der Pfanne (1) jeweils so auf den Werkstoff der Kugel (7) abgestimmt ist, daß die Werkstoffpaarung tribologisch optimal ist.

18. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Hüftknochen (15) eingesetzte Oberfläche (3) der Pfanne (1) Elemente (4) zur Erhöhung der Kippstabilität aufweist.

15 19. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Hüftknochen (15) eingesetzte Oberfläche (3) der Pfanne (1) aufgerauht (5) ist.

20. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Hüftknochen (15) eingesetzte Oberfläche (3) der Pfanne (1) eine osteokonduktive Schicht trägt.

- 1 / 3 -

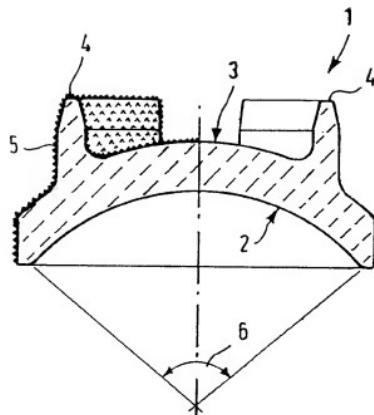


FIG.1

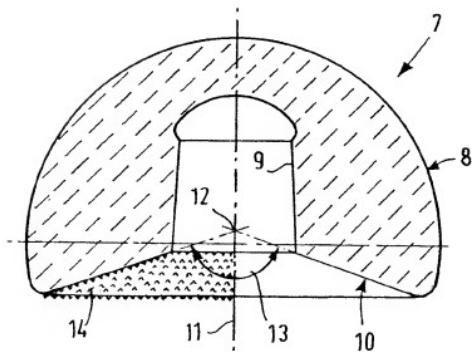


FIG.2

- 2 / 3 -

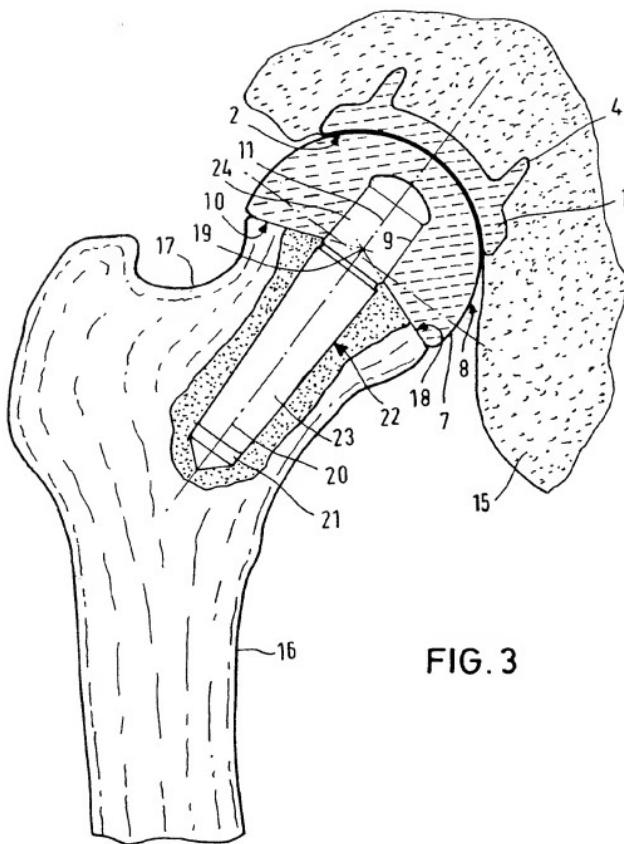


FIG. 3

- 3 / 3 -

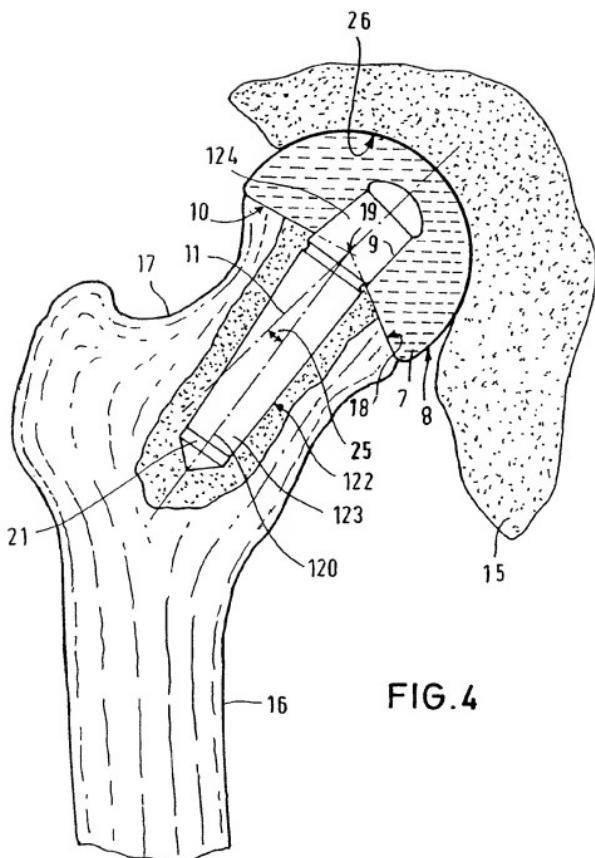


FIG. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/00184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 A61F2/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>2</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 42 20 217 A (S & G IMPLANTS GMBH) 23 December 1993 (1993-12-23)  column 2; claims; figure ---	1,3,4,6, 8-10,12, 13
X	GB 2 139 097 A (BUECHEL FREDERICK F) 7 November 1984 (1984-11-07) page 2, line 74 -page 4, line 3 claims; figures 3A-3C,8 ---	1,3,6, 8-13
P,X	DE 198 13 074 A (CERAM TEC AG INNOVATIVE CERAMIC ENGINEERING) 30 September 1999 (1999-09-30) claims; figure 1 ---	1,2,10, 11 -/-

 Further documents are listed in the continuation of box C Patent family members are listed in annex

## \* Special categories of cited documents :

'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

'E' earlier document but published on or after the international filing date

'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but which helps to understand the principle or theory underlying the invention

'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

'Z' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

14 June 2000

21/06/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patenttaan 2  
NL - 2290 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kuehne, H-C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No.  
PCT/EP 00/00184

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 718 228 A (VAN STEENBRUGGHE H G) 20 September 1955 (1955-09-20) column 2, line 32 - line 54 claims; figures 3,4 ----	1,3
Y	FR 1 017 927 A (VAN STEENBRUGGHE H G) 19 December 1952 (1952-12-19) the whole document ----	7
X	DE 36 00 804 C (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK) 13 August 1987 (1987-08-13) claims; figures ----	1-3
Y	DE 36 00 804 C (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK) 13 August 1987 (1987-08-13) claims; figures ----	7
A	DE 39 23 154 A (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK) 24 January 1991 (1991-01-24) column 1, line 50 -column 2, line 41 claims; figure 2 ----	1-14
A	WO 98 07393 A (INDUSTRIAL RES LTD) 26 February 1998 (1998-02-26) claims; figures ----	1-20
A	IT 471 394 B (GILBERTI P L) 14 May 1952 (1952-05-14) the whole document ----	1-14
A	US 5 127 920 A (MACARTHUR A CREIG) 7 July 1992 (1992-07-07) claims; figures ----	14-20
A	DE 11 64 019 B (CHIRON WERKE GMBH) 27 February 1964 (1964-02-27) cited in the application the whole document -----	1-14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. /national Application No

PCT/EP 00/00184

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 4220217	A	23-12-1993	NONE		
GB 2139097	A	07-11-1984	CA	1227601 A	06-10-1987
			US	4904263 A	27-02-1990
			US	4752296 A	21-06-1988
DE 19813074	A	30-09-1999	WO	9948446 A	30-09-1999
US 2718228	A	20-09-1955	NONE		
FR 1017927	A	19-12-1952	NONE		
DE 3600804	C	13-08-1987	DE	8701244 U	12-03-1987
			US	4822370 A	18-04-1989
DE 3923154	A	24-01-1991	NONE		
WO 9807393	A	26-02-1998	AU	4036097 A	06-03-1998
			EP	0932379 A	04-08-1999
IT 471394	B	14-05-1952	NONE		
US 5127920	A	07-07-1992	AU	1591688 A	02-11-1988
			NZ	224033 A	25-10-1991
			WO	8807356 A	06-10-1988
			ZA	8802156 A	25-01-1989
DE 1164019	B		NONE		

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/00184

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 A61F2/36

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprästoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 A61F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprästoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGEGEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 42 20 217 A (S & G IMPLANTS GMBH) 23. Dezember 1993 (1993-12-23)  Spalte 2; Ansprüche; Abbildung ---	1,3,4,6, 8-10,12, 13
X	GB 2 139 097 A (BUECHEL FREDERICK F) 7. November 1984 (1984-11-07) Seite 2, Zeile 74 -Seite 4, Zeile 3 Ansprüche; Abbildungen 3A-3C,8 ---	1,3,6, 8-13
P,X	DE 198 13 074 A (CERAM TEC AG INNOVATIVE CERAMIC ENGINEERING) 30. September 1999 (1999-09-30) Ansprüche; Abbildung 1 ---	1,2,10, 11 -/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

\* Sonderne Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifehaft erwecken, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belastet werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, weil diese Veröffentlichung die Erfindung oder ähnlichen anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"V" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Abschlussdatum des internationalen Rechercheberichts

14. Juni 2000

21/06/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchebehörde

Bevollmächtigter Dienstleister

Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nt.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Kuehne, H-C

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 00/00184

## C(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 718 228 A (VAN STEENBRUGGHE H G) 20. September 1955 (1955-09-20) Spalte 2, Zeile 32 - Zeile 54 Ansprüche; Abbildungen 3,4 ----	1,3
Y	FR 1 017 927 A (VAN STEENBRUGGHE H G) 19. Dezember 1952 (1952-12-19) das ganze Dokument ----	7
X	DE 36 00 804 C (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK) 13. August 1987 (1987-08-13) Ansprüche; Abbildungen ----	1-3
Y	DE 39 23 154 A (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK) 24. Januar 1991 (1991-01-24) Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 41 Ansprüche; Abbildung 2 ----	7
A	DE 39 23 154 A (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK) 24. Januar 1991 (1991-01-24) Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 41 Ansprüche; Abbildung 2 ----	1-7
A	WO 98 07393 A (INDUSTRIAL RES LTD) 26. Februar 1998 (1998-02-26) Ansprüche; Abbildungen ----	1-14
A	IT 471 394 B (GILBERTI P L) 14. Mai 1952 (1952-05-14) das ganze Dokument ----	1-14
A	US 5 127 920 A (MACARTHUR A CREIG) 7. Juli 1992 (1992-07-07) Ansprüche; Abbildungen ----	14-20
A	DE 11 64 019 B (CHIRON WERKE GMBH) 27. Februar 1964 (1964-02-27) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-14

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/00184

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4220217	A	23-12-1993	KEINE		
GB 2139097	A	07-11-1984	CA	1227601 A	06-10-1987
			US	4904263 A	27-02-1990
			US	4752296 A	21-06-1988
DE 19813074	A	30-09-1999	WO	9948446 A	30-09-1999
US 2718228	A	20-09-1955	KEINE		
FR 1017927	A	19-12-1952	KEINE		
DE 3600804	C	13-08-1987	DE	8701244 U	12-03-1987
			US	4822370 A	18-04-1989
DE 3923154	A	24-01-1991	KEINE		
WO 9807393	A	26-02-1998	AU	4036097 A	06-03-1998
			EP	0932379 A	04-08-1999
IT 471394	B	14-05-1952	KEINE		
US 5127920	A	07-07-1992	AU	1591688 A	02-11-1988
			NZ	224033 A	25-10-1991
			WO	8807356 A	06-10-1988
			ZA	8802156 A	25-01-1989
DE 1164019	B		KEINE		